

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder :

申 請 日：西元 2003 年 10 月 07 日
Application Date

申 請 案 號：092127846
Application No.

申 請 人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

局 長
Director General

蔡 練 生

發文日期：西元 2003 年 11 月 12 日
Issue Date

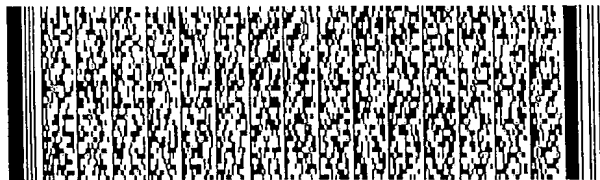
發文字號：09221142260
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	面射型雷射及其製造方法
	英文	
二、 發明人 (共5人)	姓名 (中文)	1. 吳易座 2. 王智祥 3. 林坤鋒
	姓名 (英文)	1. Yi-Tsuo WU 2. Jyh-Shyang WANG 3. Kun-Fong LIN
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 2. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 3. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	住居所 (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C. 2. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院 3. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
	名稱或 姓名 (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
	代表人 (中文)	1. 翁政義
	代表人 (英文)	1. Cheng-I WENG

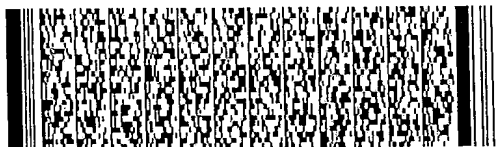


申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共5人)	姓 名 (中文)	4. 尼克賴. 馬立夫 5. 利夫斯特
	姓 名 (英文)	4. Nikolai A. Maleev 5. Livchits
	國 籍 (中英文)	4. 俄羅斯 RU 5. 俄羅斯 RU
	住居所 (中 文)	4. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 5. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	住居所 (英 文)	4. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C. 5. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	C.
	名稱或 姓 名 (英文)	
	國 籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中 文)	
	住居所 (營業所) (英 文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



四、中文發明摘要 (發明名稱：面射型雷射及其製造方法)

一種面射型雷射及其製造方法，係應用以製作接觸電極於共振腔內之面射型雷射，其包含共振腔內的重濃度載子摻雜層，重濃度載子摻雜層係設於該共振腔內光場最弱之處，蝕刻布拉格反射鏡至重濃度載子摻雜層上方，再藉由摻雜導電元素並使其擴散來形成高載子濃度歐姆通道，以作為電極和重濃度載子摻雜層的連接，如此無需精準的蝕刻控制即可完成接觸電極於共振腔內之面射型雷射製作。

五、英文發明摘要 (發明名稱：)

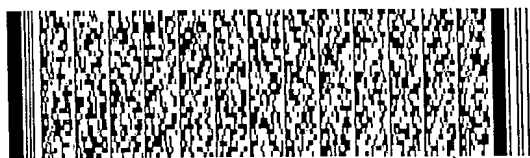


六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第 6 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

100	基板
110	底部布拉格反射鏡
120	n型重濃度載子摻雜層
130	共振腔
131	波導層
132	發光層
133	電流侷限層
134	侷限孔徑
140	p型重濃度載子摻雜層
141	p型高載子濃度歐姆通道
150	頂端布拉格反射鏡
170	金屬電極



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得, 不須寄存。



五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種面射型雷射及其製造方法，特別是關於一種接觸電極於共振腔內之面射型雷射及其製造方法。

【先前技術】

光纖技術是遠程通訊的核心技術，但是近年來在短距離通訊系統中也得到了應用，比如系統間互連和短距離組網技術，這些都得益於垂直共振腔面射型雷射(vertical-cavity surface emitting laser, VCSEL)的出現。與邊射型雷射相比其尺寸更小且更加省電，VCSEL最大的優勢在於價格低廉，並且可以在晶圓上進行測試，因此製造商能夠在封裝之前發現不良品，可以節省製程上的成本。

目前VCSEL主要適用於短距離連接的場合，包括相距小於300公尺的機箱之間的連接，或稱為超短距離連接(VSR)。為推廣其應用領域，VCSEL需朝向較長波長及高操作速度方向發展。傳統的VCSEL製作方式係於基板上以晶格匹配的磊晶成長技術(如分子束磊晶法或有機金屬氣相磊晶成長法)依序成長底部布拉格反射鏡、共振腔(包含波導層、發光層和電流侷限層)和頂端布拉格反射鏡，再製作上下電極以形成完整的VCSEL結構。使電流經由上下電極通過頂端布拉格反射鏡和底部布拉格反射鏡將載子帶到發光層產生受激發光(stimulated emission)，使其在頂端布拉格反射鏡和底部布拉格反射鏡之間共振而放出雷射光。而由於自由載子吸收效應(free carrier



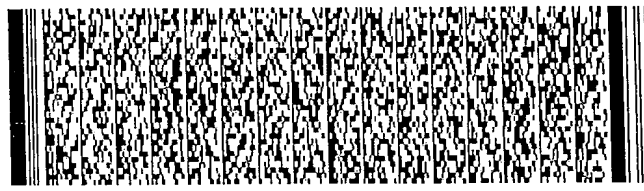
五、發明說明 (2)

absorption) 對於長波長的光子反應特別明顯，而影響到發光強度。因此，目前長波長VCSEL多採用絕緣型布拉格反射鏡(Distributed Bragg Reflector, DBR)之接觸電極於共振腔內(intra-cavity contacted)之設計結構，將正負電極設計在布拉格反射鏡與波導層之間，以避免自由載子吸收光子，如美國第5245622號專利所述。為了將自由載子吸收最小化因此在設計應用於長波長(1300nm或1550nm)的接觸電極於共振腔內之VCSEL結構時，通常會使用不摻雜(undoped)布拉格反射鏡，而分別在上下兩側之波導層內於光場最弱的位置，設計n型重濃度載子摻雜薄層和p型重濃度載子摻雜薄層，以避免光子受到自由載子的吸收，而減低激發光的強度。然而，此重濃度摻雜薄層的厚度僅僅只有20nm至40nm，所以欲使用這種設計需要精確的蝕刻控制以及後續的檢驗步驟，方可使電極正確的製作在重濃度摻雜薄層中，而提高了製程的難度。

【發明內容】

為解決習知技術的問題，本發明係提供一種面射型雷射及其製造方法。係藉由摻雜元素的擴散來形成電極和重濃度載子摻雜層(doped contact layer)的連接，如此即無需精確的蝕刻製程和檢驗，除了在後續製作金屬電極時可提供金屬和半導體間良好的歐姆特性之外，更可簡單化接觸電極於共振腔內之面射型雷射的製造程序，並大幅提升製程良率。

本發明的面射型雷射之製造方法，係應用以製作接觸



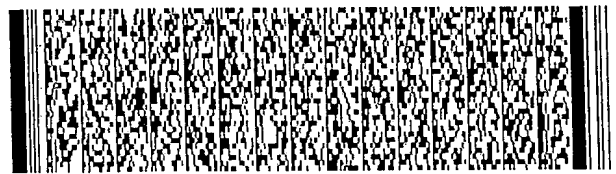
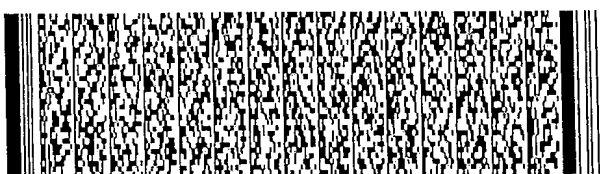
五、發明說明 (3)

電極於共振腔內之面射型雷射，面射型雷射係包含有布拉格反射鏡、和內含重濃度載子摻雜層的共振腔，重濃度載子摻雜層係位於布拉格反射鏡下的共振腔內，且設於共振腔內光場最弱之處，其特徵在於：蝕刻至重濃度載子摻雜層上方，其蝕刻停止點至重濃度載子摻雜層的距離係小於摻雜之導電元素的擴散深度，於面射型雷射表面覆蓋保護層，僅露出導電電極的預定區域，再以導電元素摻雜和擴散的方式於導電電極的預定區域形成高載子濃度歐姆通道 (ohmic conyact)，使其導通於重濃度載子摻雜層，再將導電電極製作於導電電極的預定區域。

利用導電元素擴散的方式，將載子由表面擴散進入所需深度的製程成本相當低廉，並且不需要精準的蝕刻控制。配合上述製造方法，本發明更包含一種面射型雷射，其包含有一基板，於基板上上方係依序堆疊底部布拉格反射鏡、包含下與上重濃度載子摻雜層的共振腔、頂端布拉格反射鏡，在上重濃度載子摻雜層鄰接於頂端布拉格反射鏡之側，係具有藉由上高載子濃度歐姆通道導通於上重濃度載子摻雜層之上電極。其中，上高載子濃度歐姆通道之深度係小於摻雜之導電元素的擴散深度，且上重濃度載子摻雜層和下重濃度載子摻雜層之載子電性相反，即兩者分別摻雜p型和n型的載子。

為使對本發明的目的、構造特徵及其功能有進一步的了解，茲配合圖示詳細說明如下：

【實施方式】



五、發明說明 (4)

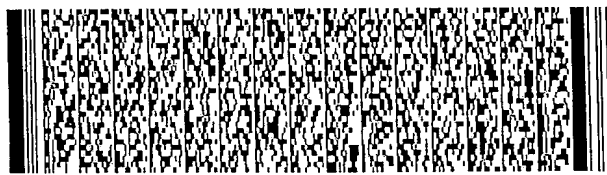
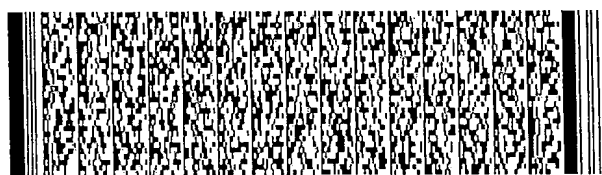
請參考第1圖，其為接觸電極於共振腔內之面射型雷射磊晶結構示意圖。其結構係由下而上依序於基板100上以磊晶方式形成底部布拉格反射鏡110、共振腔130、頂端布拉格反射鏡150。共振腔包含n型重濃度載子摻雜層120、波導層131、發光層132、電流侷限層133和p型重濃度載子摻雜層140，底部布拉格反射鏡110和頂端布拉格反射鏡150係各由堆疊兩種不同折射率之半導體材料所組成，而且底部布拉格反射鏡110之半導體材料需和基板100晶格匹配。基板可採用砷化鎵或是磷化銦等基板。

請參考第2圖，其為p型平台蝕刻示意圖，係由接觸電極於共振腔內之面射型雷射結構上方，蝕刻出第一段的p型平台(p-mesa)，其蝕刻的停止點位置至p型重濃度載子摻雜層140的距離係小於摻雜之導電元素的擴散深度。

請參考第3圖，其為n型平台蝕刻示意圖，係繼續以蝕刻方式形成第二段的n型平台(n-mesa)，其大於第一段的p型平台。

請參考第4圖，其為電流侷限層之氧化示意圖。為了降低雷射的起始電流，以濕式氧化的方式於電流侷限層133形成可以侷限電流的侷限孔徑134(aperture)。

請參考第5圖，其為形成載子歐姆通道之示意圖。係於接觸電極於共振腔內之面射型雷射結構表面覆蓋保護層160，僅露出p型金屬電極的預定區域，再以鋅原子擴散的方式於金屬電極的預定區域形成p型高載子濃度歐姆通道141，使其導通於p型重濃度載子摻雜層140。



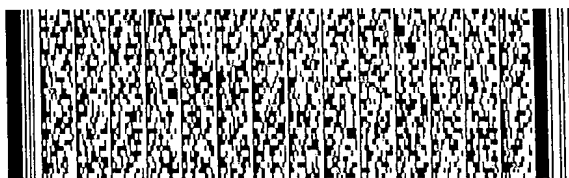
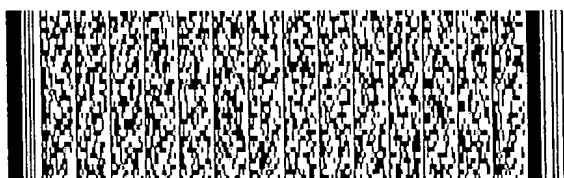
五、發明說明 (5)

請參考第6圖，其為形成金屬電極之示意圖。最後分別於p型重濃度載子摻雜層140和n型重濃度載子摻雜層120上方鍍上金屬電極170，其中p型金屬電極170係經由p型高載子濃度歐姆通道141導通於p型重濃度載子摻雜層140。

其中，p型重濃度載子摻雜層之摻雜元素可以使用鋅、碳、鉍或鎂等。而對應p型重濃度載子摻雜層用以形成高載子濃度歐姆通道之元素可使用鋅、鉍或鎂。而n型重濃度載子摻雜層，其摻雜元素可為矽。一般來說，n型平台的蝕刻準度要求比較低，因此，n型重濃度載子摻雜層不一定要藉由高載子濃度歐姆通道來導通於n型金屬電極，如欲在n型重濃度載子摻雜層上方形成n型高載子濃度歐姆通道，則需選擇和n型重濃度載子摻雜層電特性相符之元素。

由於本發明係藉由高載子濃度歐姆通道來導通金屬電極和重濃度載子摻雜層，因此不需要精準的蝕刻控制。而高載子濃度歐姆通道係藉由元素的熱擴散製程來完成，請參考附件1，其為鋅原子表面擴散之縱深摻雜濃度分析圖。係將鋅原子由p型載子摻雜濃度為 $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 之試片表面向內擴散，其結果表示，經熱擴散製程之後，向內擴散的鋅原子可以造成深度約為0.2微米的高載子濃度區域，表示元素的表面擴散非常適合應用來形成上述之接觸電極於共振腔內之面射型雷射結構的高載子濃度歐姆通道。

雖然本發明之較佳實施例揭露如上所述，然其並非用



五、發明說明 (6)

以限定本發明，任何熟習相關技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

第1圖為接觸電極於共振腔內之面射型雷射磊晶結構示意圖；

第2圖為p型平台蝕刻示意圖；

第3圖為n型平台蝕刻示意圖；

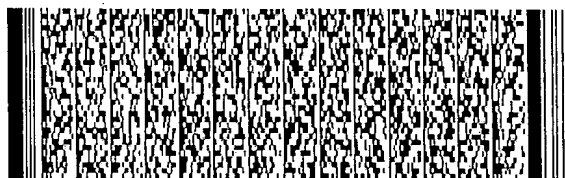
第4圖為電流侷限層之氧化示意圖；

第5圖為形成載子歐姆通道之示意圖；及

第6圖為形成金屬電極之示意圖。

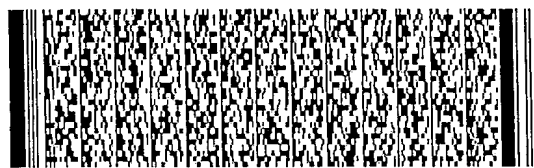
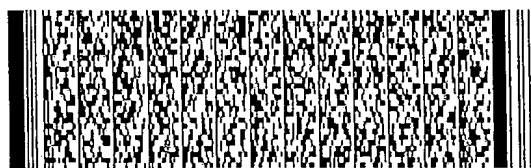
【圖式符號說明】

100	基板
110	底部布拉格反射鏡
120	n型重濃度載子摻雜層
130	共振腔
131	波導層
132	發光層
133	電流侷限層
134	侷限孔徑
140	p型重濃度載子摻雜層
141	p型高載子濃度歐姆通道
150	頂端布拉格反射鏡
160	保護層
170	金屬電極



六、申請專利範圍

1. 一種面射型雷射之製造方法，係應用以製作接觸電極於共振腔內之面射型雷射，其包含有設於一共振腔內的一重濃度載子摻雜層，鄰接於一布拉格反射鏡，該重濃度載子摻雜層係設於該共振腔內光場最弱之處，其特徵在於：蝕刻該布拉格反射鏡至該重濃度載子摻雜層上方，其蝕刻停止點至該重濃度載子摻雜層的距離係小於預定摻雜之一導電元素的擴散深度，再於一導電電極的一預定區域，進行該導電元素之摻雜和擴散，於該預定區域形成一高載子濃度歐姆通道，使該高載子濃度歐姆通道導通於該重濃度載子摻雜層，將該導電電極製作於該預定區域，該導電元素之電性係與該重濃度載子摻雜層相同。
2. 如申請專利範圍第1項所述之面射型雷射之製造方法，其中該導電元素係為鋅。
3. 如申請專利範圍第1項所述之面射型雷射之製造方法，其中該重濃度載子摻雜層之摻雜元素係選自鋅、碳、鉍和鎂所組成的族群其中之一。
4. 如申請專利範圍第3項所述之面射型雷射之製造方法，其中該導電元素係選自鋅、鉍和鎂所組成的族群其中之一。
5. 如申請專利範圍第1項所述之面射型雷射之製造方法，其中該重濃度載子摻雜層之摻雜元素係為矽。
6. 一種面射型雷射，係建立於一基板其包含有：
一共振腔，係包含一發光層、一上重濃度載子摻雜



六、申請專利範圍

層和一下重濃度載子摻雜層，該發光層用以受激發光，該上重濃度載子摻雜層和該下重濃度載子摻雜層係分別設於接近該共振腔之頂端和底部的光場最弱之處，該上重濃度載子摻雜層和該下重濃度載子摻雜層所包含之載子電性相反；

一頂端布拉格反射鏡和一底部布拉格反射鏡，係由折射率不同的兩種半導體材料之層疊所形成，分別形成於該共振腔的兩側，使光於該頂端布拉格反射鏡和該底部布拉格反射鏡之間共振進而受激發光；

一上電極，係設於該上重濃度載子摻雜層鄰接於該頂端布拉格反射鏡之側，藉由一上高載子濃度歐姆通道導通於該上重濃度載子摻雜層，該上高載子濃度歐姆通道係由該上重濃度載子摻雜層之上方表面導通至該上重濃度載子摻雜層，該上高載子濃度歐姆通道之摻雜元素電性係與該上重濃度載子摻雜層相同，該上高載子濃度歐姆通道之深度係小於該該上高載子濃度歐姆通道所摻雜之導電元素的擴散深度；及

一下電極，係設於該下重濃度載子摻雜層鄰接於該底部布拉格反射鏡之側，導通於該下重濃度載子摻雜層。

7. 如申請專利範圍第6項所述之面射型雷射，其中該上高載子濃度歐姆通道之摻雜元素係為鋅。
8. 如申請專利範圍第6項所述之面射型雷射，其中該上重濃度載子摻雜層之摻雜元素係選自鋅、碳、鉍和鎂所組

六、申請專利範圍

成的族群其中之一。

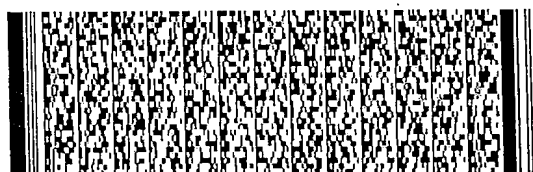
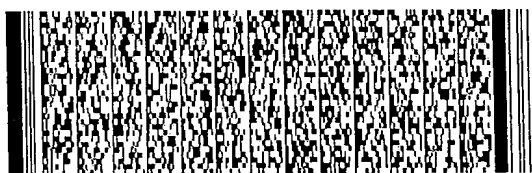
9. 如申請專利範圍第8項所述之面射型雷射，其中該導電元素係選自鋅、鉍和鎂所組成的族群其中之一。
10. 如申請專利範圍第6項所述之面射型雷射，其中該下重濃度載子摻雜層之摻雜元素係為矽。
11. 如申請專利範圍第6項所述之面射型雷射，其中更包含一下高載子濃度歐姆通道，係使該下電極透過該下高載子濃度歐姆通道導通於該下重濃度載子摻雜層。
12. 一種面射型雷射之製造方法，係應用於一基板製作接觸電極於共振腔內之面射型雷射，其步驟包含有：

於該基板表面依序堆疊一底部布拉格反射鏡、一共振腔和一頂端布拉格反射鏡，該共振腔包含一下重濃度載子摻雜層與一上重濃度載子摻雜層，且該上重濃度載子摻雜層和該下重濃度載子摻雜層之載子電性相反；

蝕刻該布拉格反射鏡至該上重濃度載子摻雜層上方，其蝕刻停止點至該上重濃度載子摻雜層的距離係小於預定摻雜之一導電元素的擴散深度；

於一上電極的一預定區域進行該導電元素之擴散，於該預定區域形成一上高載子濃度歐姆通道導通於該上重濃度載子摻雜層，該導電元素之電性係與該上重濃度載子摻雜層相同；

將上電極形成在該預定區域，使該上電極透過該上高載子濃度歐姆通道導通於該上重濃度載子摻雜

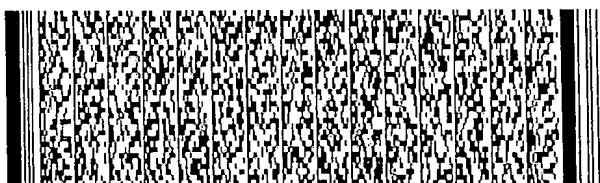


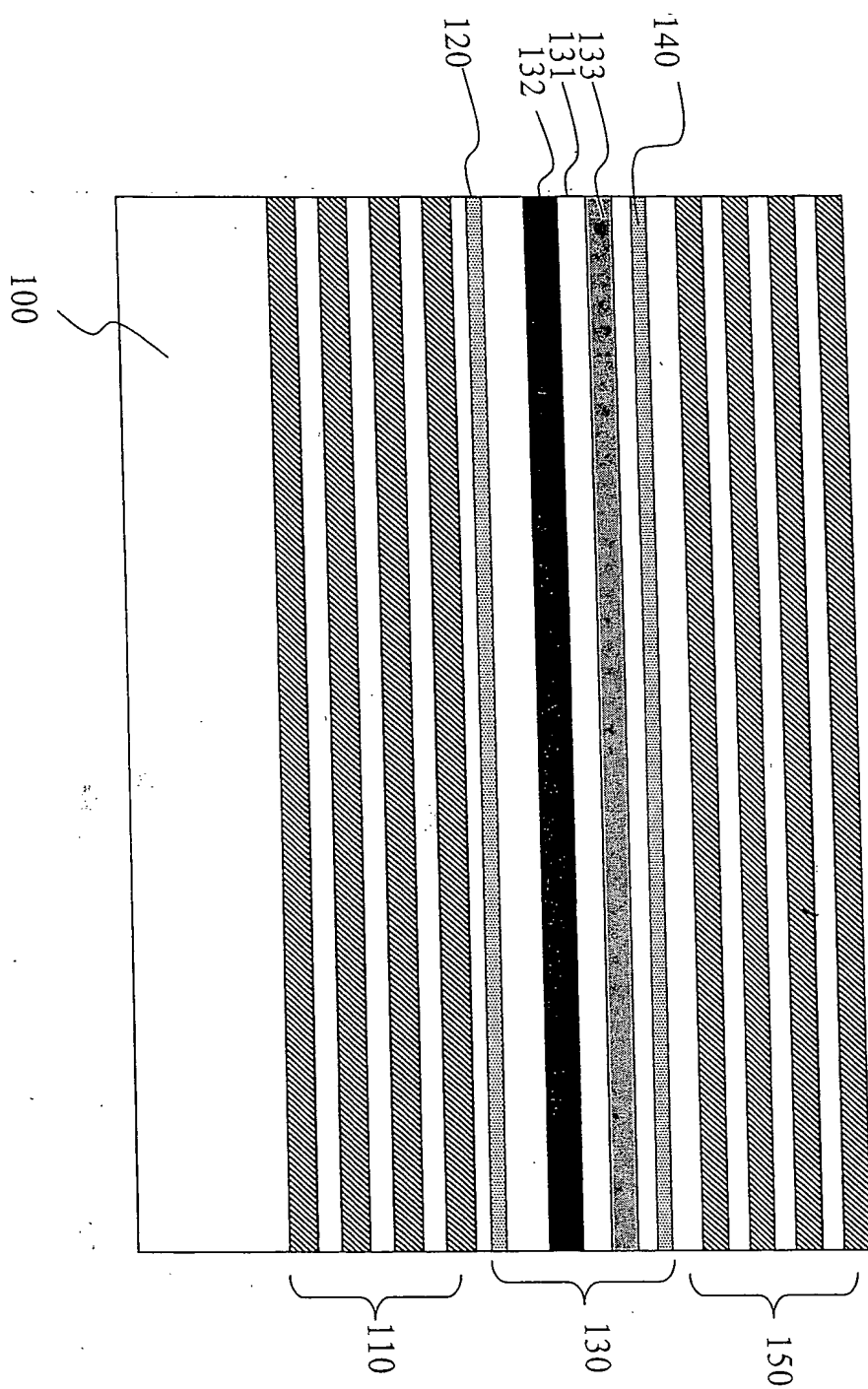
六、申請專利範圍

層；及

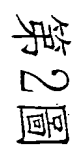
形成一下電極，將該下電極設於該下重濃度載子摻雜層鄰接於該底部布拉格反射鏡之側，並導通於該下重濃度載子摻雜層。

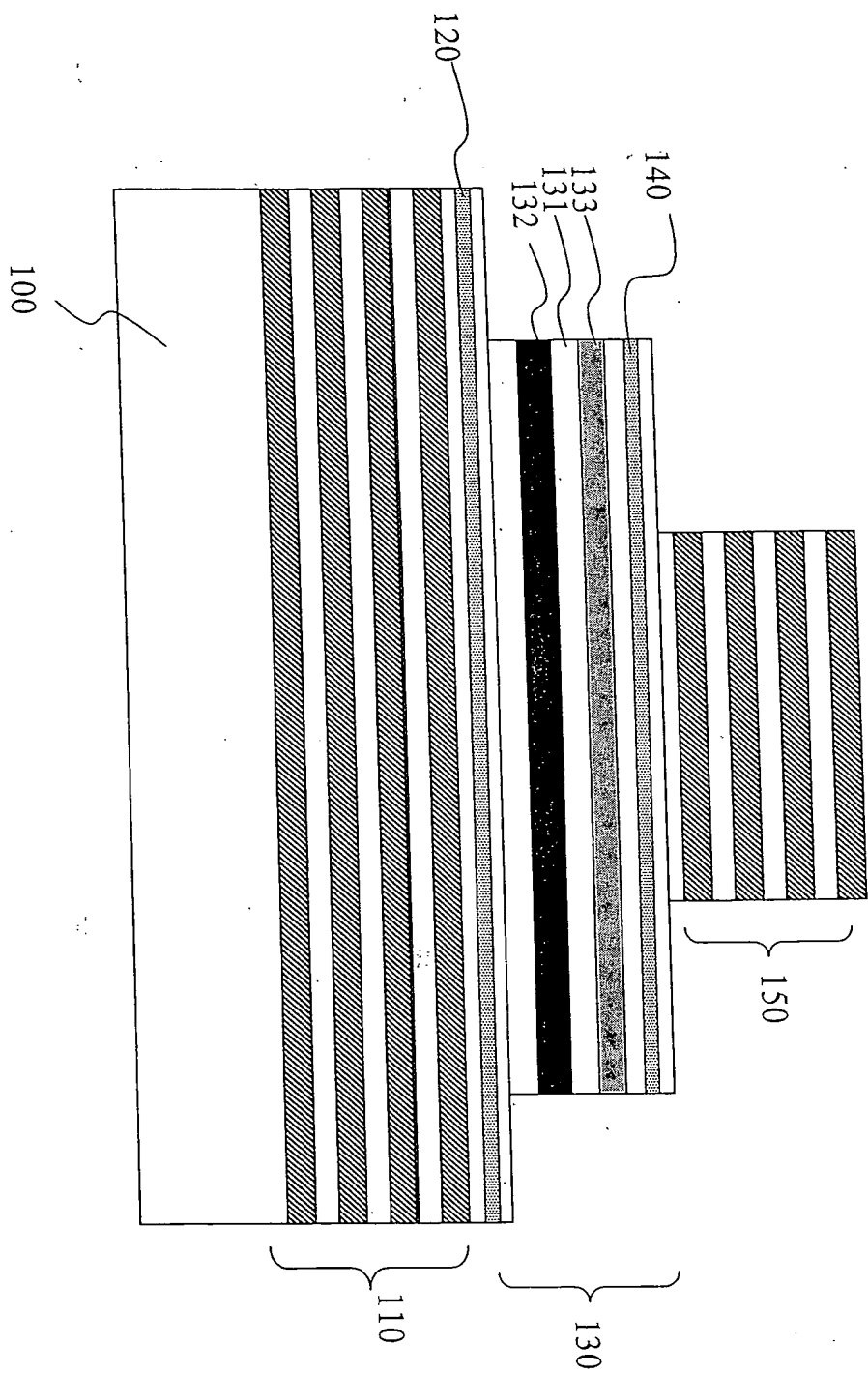
13. 如申請專利範圍第12項所述之面射型雷射之製造方法，其中該於一上電極的一預定區域進行一導電元素之熱擴散的步驟，該導電元素係為鋅。
14. 如申請專利範圍第12項所述之面射型雷射之製造方法，其中該上重濃度載子摻雜層之摻雜元素係選自鋅、碳、鉍和鎂所組成的族群其中之一。
15. 如申請專利範圍第14項所述之面射型雷射之製造方法，其中該導電元素係選自鋅、鉍和鎂所組成的族群其中之一。
16. 如申請專利範圍第12項所述之面射型雷射之製造方法，其中該下重濃度載子摻雜層之摻雜元素係為矽。
17. 如申請專利範圍第12項所述之面射型雷射之製造方法，其中更包含一形成下高載子濃度歐姆通道的步驟，使該下電極透過該下高載子濃度歐姆通道導通於該下重濃度載子摻雜層。



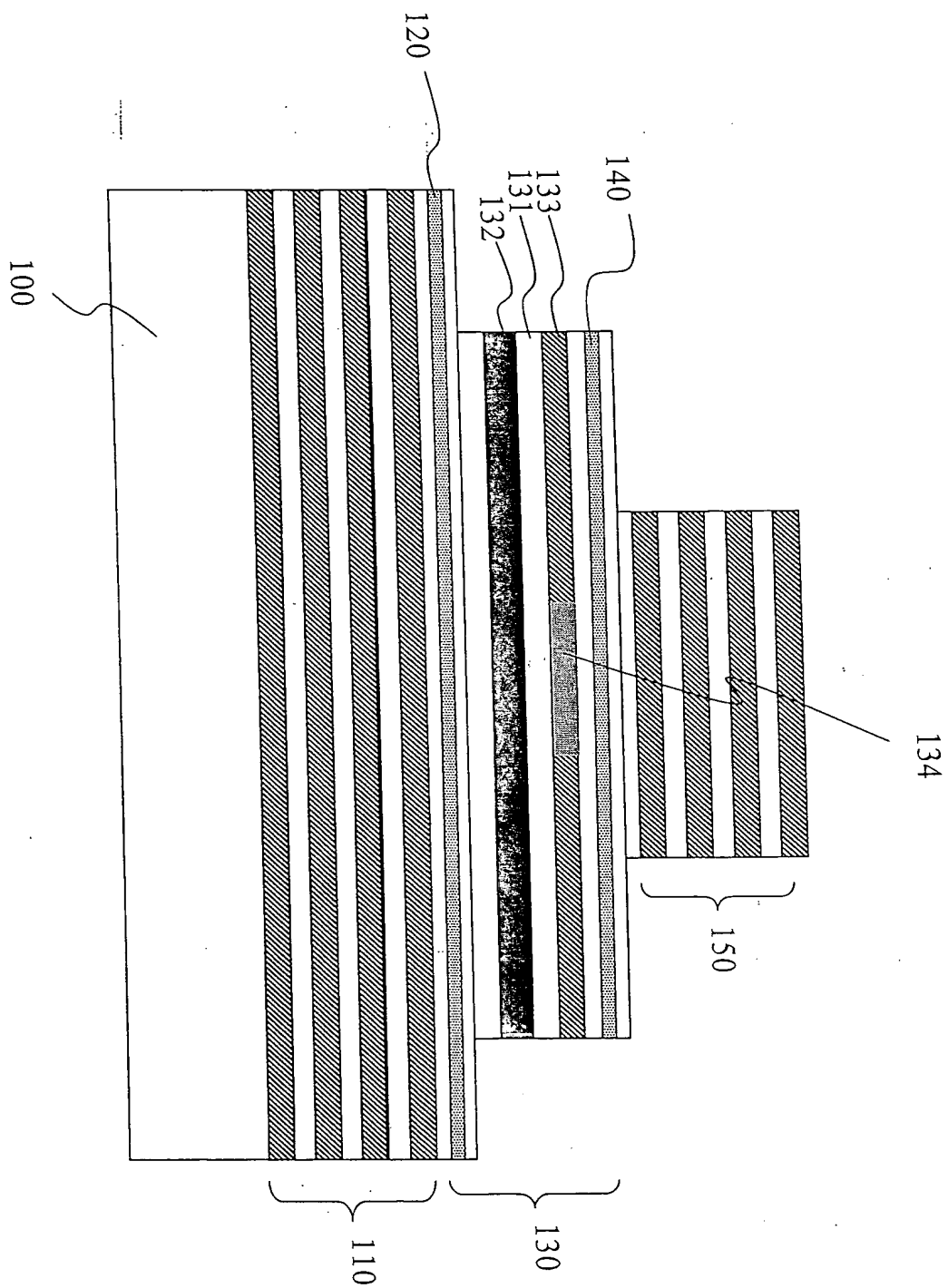


第1圖

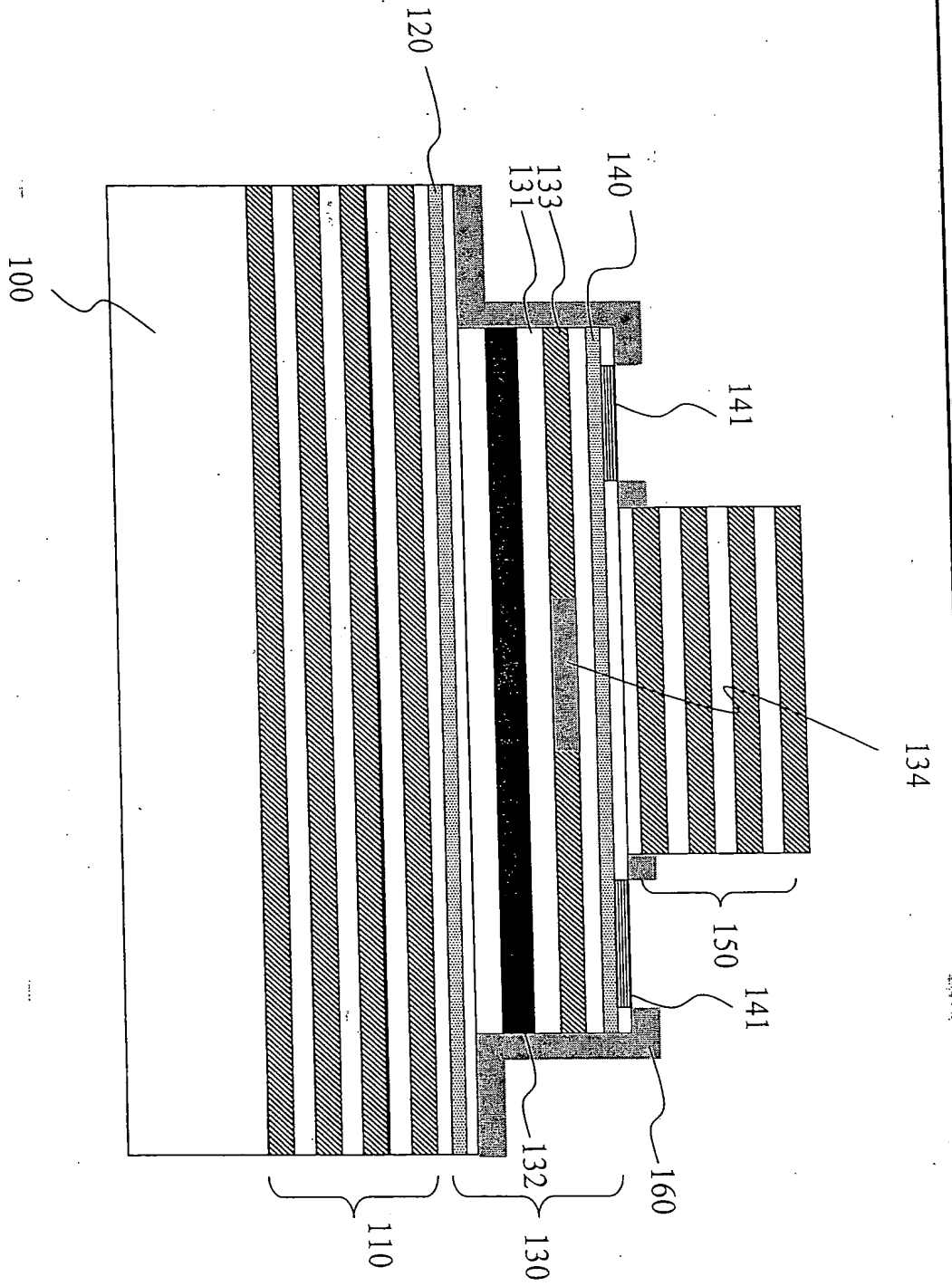




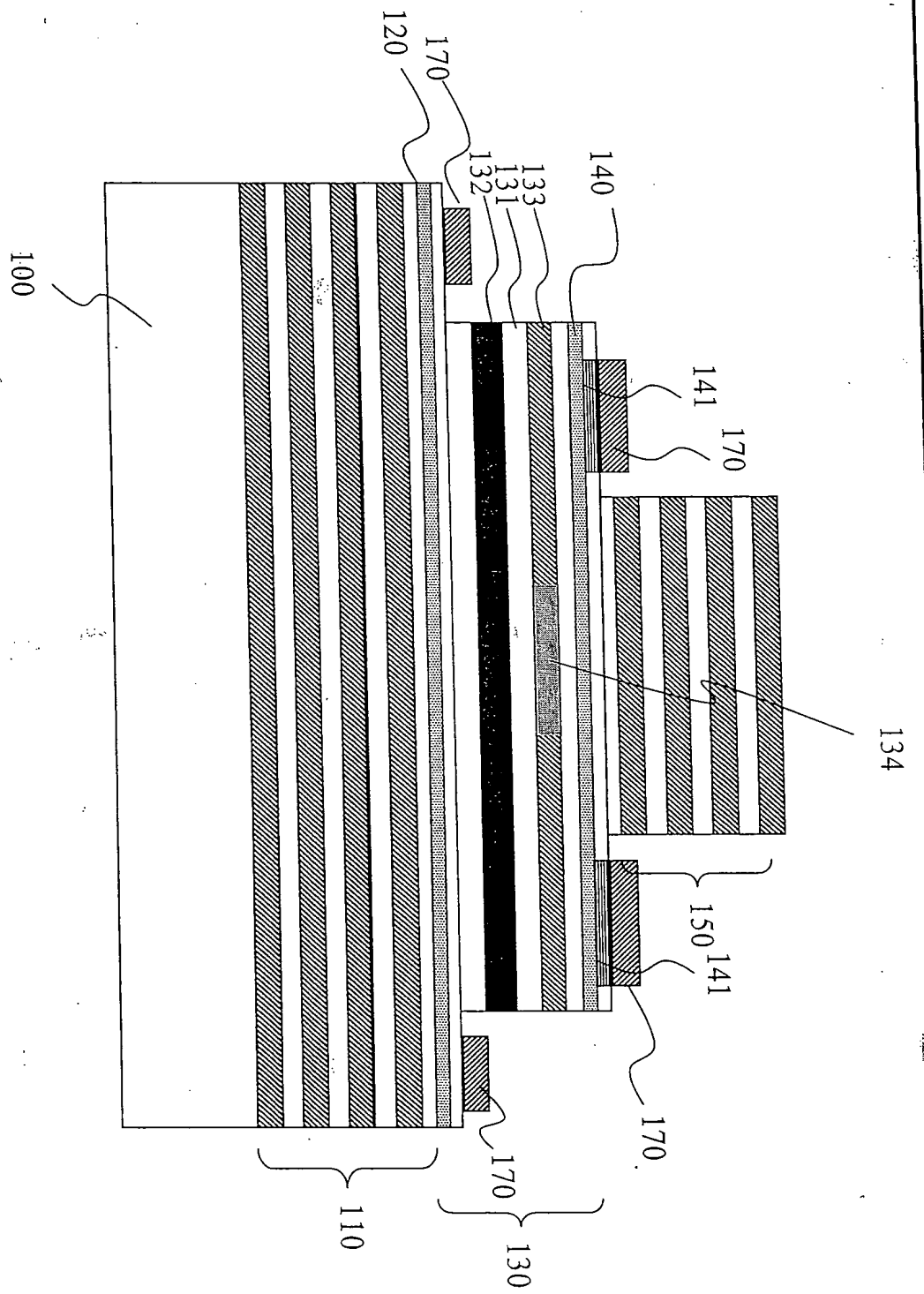
第3圖



第4圖



第5圖



第6圖

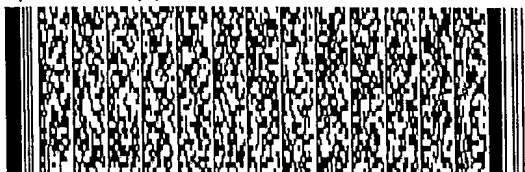
第 1/16 頁



第 2/16 頁



第 3/16 頁



第 4/16 頁



第 5/16 頁



第 6/16 頁



第 6/16 頁



第 7/16 頁



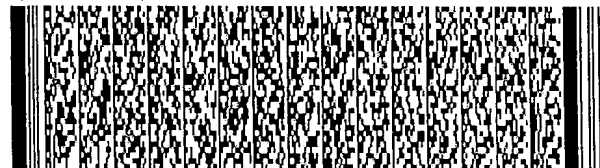
第 7/16 頁



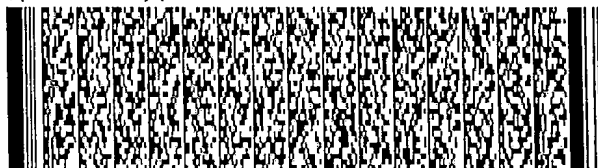
第 8/16 頁



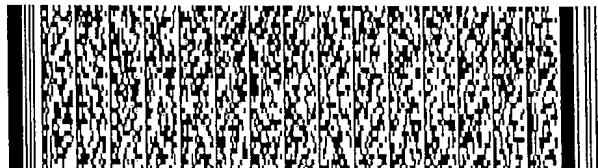
第 8/16 頁



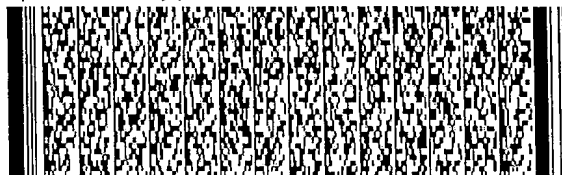
第 9/16 頁



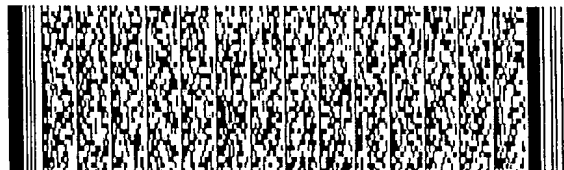
第 9/16 頁



第 10/16 頁



第 10/16 頁



第 11/16 頁

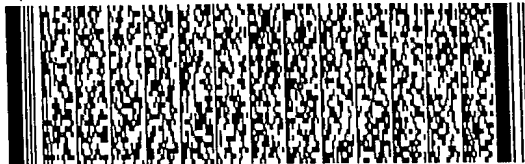


BEST AVAILABLE COPY

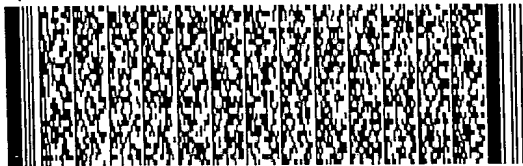
第 12/16 頁



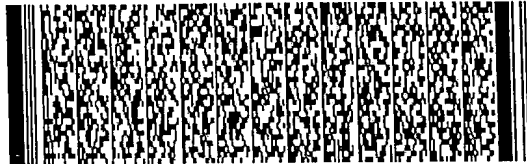
第 13/16 頁



第 13/16 頁



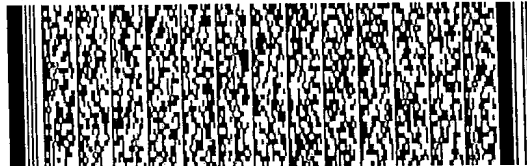
第 14/16 頁



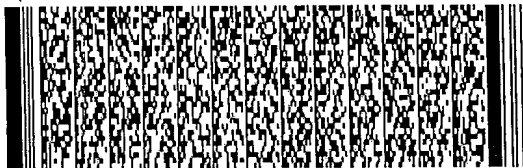
第 14/16 頁



第 15/16 頁



第 15/16 頁



第 16/16 頁

